I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinanderstehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1	X		X		
1.2			X	X	
1.3				X	
1.4					X
1.5			X		
1.6		X			
2.1			X		
2.2		X			
2.3			X		
2.4			X		
2.5					X
2.6			X		
2.7					X
2.8			X		

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Energietechnik
Q2: Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung
verbindliche Themenfelder: Grundlagen zum Energiebegriff (Q1.1), Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung (Q1.2), Umweltfaktor Energietechnik (Q1.5), Wasserquantität und Wasserqualität (Q2.1), Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung (Q2.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	skizzieren, beschriften https://de.wikipedia.org/wiki/Laufwasserkraftwerk#/media/Datei:Hydroelectric_dam_german.png (abgerufen am 11.04.2021) skizzieren beschriften	 4	 4	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.2	nennen, zuordnen			
	Mögliche Lösung			

Turbinenart	Eigenschaft	Kraftwerkstyp
Kaplan	Axialturbine bis 200 MW Einsatz in Laufwasser-kraftwerken hohe Durchflussmengen bei niedrigen Drücken Fallhöhen 5 bis 20 m Wirkungsgrad 80 bis 95 %	Laufwasserkraftwerke
Francis	Radialturbine bis 1000 MW mittlere Durchflussmengen bei kleinen und mittleren Drücken Fallhöhen 25 bis 700 m Wirkungsgrad 85 bis 90 % lässt sich prinzipiell auch als Pumpe verwenden	Einsatz in Speicher- und Laufwasserkraftwerken Besonders geeignet für Pumpspeicherkraftwerke
Pelton	Tangentialturbine bis 400 MW geringe Durchflussmengen, aber Einspritzung des Wassers mit sehr hohem Druck Fallhöhe 300 bis 1.800 m Wirkungsgrad 85 bis 90 %	Einsatz in großen Speicherkraftwerken
Rohr	Horizontale Achse, Sonder-form der Kaplan–Turbine noch geringere Fallhöhen als bei Kaplan–Turbine Generator ist in einem birnenförmigen, wasser-dichten Arbeitsraum hinter Turbine angeordnet bis 75 MW Wirkungsgrad über 90 %	Laufwasserkraftwerke
Ossberger oder Durchström	Radialturbine bis 1MW Fallhöhen 2 bis 200 m arbeitet auch wirtschaftlich bei schwacher Wasser-führung (Niedrigwasser) Wirkungsgrad 75 bis 80%	für kleinere Speicher- und Laufwasserkraftwerke

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
	nennen	9		
	zuordnen		6	

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.3</td><td>erläutern

Mögliche Lösung
<table>
<tr><th>Vorteile</th><th>Nachteile</th></tr>
<tr><td>– Nahezu emissionsfrei während des Betriebs der Anlage
– Die Errichtung von Staumauern dient auch dem Hochwasserschutz.
– Laufwasserkraftwerke können die Grundlastversorgung übernehmen.
– Dauerhafte Verfügbarkeit des Rohstoffs
– Kostengünstige Methode der Stromerzeugung
– Durch Stauseen entstehen neue Lebensräume und neue Freizeitmöglichkeiten.</td><td>– Werden Staudämme errichtet, müssen evtl. ganze Ortschaften umgesiedelt werden. Das führt zu sozialen Problemen und zu Entschädigungszahlungen. Die Kosten steigen.
– Es gibt negative Beeinträchtigungen von Wasserlebewesen bis hin zum Fischsterben. Die Errichtungen von Fischaufstiegen und Laichgewässern dienen der Milderung dieser Beeinträchtigungen, erhöhen aber die Kosten.
– Es müssen für die Schifffahrt Schleusen errichtet werden. Das erhöht die Kosten.
– Die Versandung durch geringe Fließgeschwindigkeit erfordert das regelmäßige Ausbaggern der Sedimente.
– Veränderungen in Natur und Landschaft müssen durch vielfältige Ausgleichsmaßnahmen begleitet werden.</td></tr>
</table></td><td></td><td>10</td><td></td></tr>
<tr><td>1.4</td><td>berechnen
$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot h}{t} = \rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h$
$P = 1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10\,\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25\,\text{m} = 2452{,}5\,\text{kW}$
$P_{Nutz} = \eta_T \cdot \eta_G \cdot P = 0{,}94 \cdot 0{,}9 \cdot 2452{,}5\,\text{kW} = 2074{,}815\,\text{kW}$
$Anzahl = \frac{2074{,}815\,\text{kW}}{0{,}15\,\text{kW}} = 13831{,}8 = \underline{\underline{13831}}\,\text{Haushalte}$</td><td>3</td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>berechnen
$E = P \cdot t$
$E = 2074{,}815\,\text{kW} \cdot 24\,\frac{\text{h}}{\text{d}} \cdot 365\,\frac{\text{d}}{\text{a}}$
$E = 18175379{,}4\,\text{kWh}$
$m_{CO_2} = 18175379{,}4\ \text{kWh} \cdot 949\ \frac{g}{kWh} = 17248435\ \text{kg} = 17248\ \text{t}$
$m_{CO_2} = 18175379{,}4\ \text{kWh} \cdot 40\ \frac{g}{kWh} = 727015\ \text{kg} = 727\ \text{t}$
Einsparung: $17248\ \text{t} - 727\ \text{t} = \underline{\underline{16521\ \text{t}}}$</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr>
</table>

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.6	diskutieren – Wasserkraftwerke sind nahezu unabhängig von äußeren Einflüssen und nicht abhängig von z.B. Wind (Windkraftanlagen) oder Sonne (Photovoltaik). – Allerdings sind Wasserkraftwerke standortabhängig. Sie brauchen einen Wasserlauf. – Wasserkraftwerke können i.d.R. durchgängig und planbar Strom erzeugen. – Der vermehrte Ausbau von Photovoltaik kann die Auslastung von Wasserkraftwerken reduzieren. – Lange Leitungswege und damit verbundene Wirkungsgradverluste fallen bei Photovoltaikanlagen weg. – Bei der Grundlastabdeckung gehören Wasserkraftwerke zu den leistungsstärksten Energieerzeugern im Bereich regenerativer Energiegewinnung. – Photovoltaikanlagen sind auch für einzelne Haushalte gut planbar. Wasserkraftwerke sind großtechnische Energielieferanten. – Umweltbeeinträchtigungen (u.a. z. B. für Wasserlebewesen) fallen bei Photovoltaikanlagen weg. Bei Photovoltaik ist allerdings die Verschattung und die Anzahl der Sonnenstunden zu beachten. – Stromeinspeisung von privaten Haushalten sind nur im Bereich der Photovoltaikanlagen möglich.			9
	Summe 52	**18**	**25**	**9**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.1	skizzieren, beschriften Bild 3: Fließbild eines Klärwerks Thomas Dietrich: Fachwissen Umwelttechnik, Haan-Gruiten 6. Aufl. 2011, S.343 skizzieren beschriften	3	2	
2.2	vergleichen − Im Mischsystem werden alle Abwässer (Schmutz-, Fremd- und Regenwasser) in einer gemeinsamen Leitung gemischt abgeführt, während im Trennsystem getrennte Leitungssysteme für Schmutzwasser sowie Regen- und Fremdwasser angelegt werden. − Die Kanäle im Mischsystem müssen für den Regenwasserabfluss dimensioniert werden, der mehr als das Hundertfache des Schmutzwasserabflusses betragen kann. Im Trennsystem müssen die Rohre für das Schmutzwasser sehr viel kleiner dimensioniert werden. − Das Mischsystem erfordert die zusätzliche Einrichtung von Bauwerken zur Mischwasserentlastung (z.B. Regenüberlaufbecken). − In Zeiten ohne Niederschläge sind die Abwasserkanäle im Mischsystem nicht ausgelastet und es bilden sich Ablagerungen, die bei Starkregenereignissen weggespült werden. Im Trennsystem gibt es ebenfalls eine Neigung der Schmutzwasserleitungen zur Bildung von Ablagerungen, da sie nicht durch große Wassermengen durchspült werden. Dadurch entstehen beim Trennsystem zusätzliche Kosten für das Reinigen der Schmutzwasserkanäle. − Der Aufwand bei der Erstellung der Anschlüsse ist im Mischsystem geringer, da nur ein Kanalsystem installiert und betrieben werden muss. − Die Gefahr eines Fehlanschlusses (Einleitung von Schmutzwasser in Regenwasserkanäle) wird beim Mischsystem vermieden. Der Anschluss von Neubauten im Trennsystem ist komplizierter, da alle Leitungen in doppelter Ausführung verlegt werden müssen. untersuchen Trennsystem: Die Kläranlage hat einen stetigen Zufluss an Schmutzwasser und kann daher leichter ausgelegt und gesteuert werden. Mischsystem: Bei Starkregen kann die Kläranlage nicht den kompletten Zustrom aufnehmen. Auch ungereinigtes Schmutzwasser gelangt in die Flüsse, ist aber durch die starke Verdünnung in diesen seltenen Fällen weniger problematisch.		6	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.3	nennen, beschreiben Exfiltration − Undichte Abwasserleitungen gefährden durch austretendes Abwasser Boden und Grundwasser. − Besonders kritisch ist dies in den Gebieten, aus denen Grundwasser für unser Trinkwasser gewonnen wird (Auswirkung auf die Qualität des Trinkwassers). Infiltration Bei Kanalisationsabschnitten unterhalb des Grundwasserspiegels kann es zum Eintritt von „Fremdwasser" kommen. − höhere hydraulische Grundlast − höhere Instandhaltungskosten (stärkere Verschleißerscheinungen an Pumpen) − höheren Kosten für Bau und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen − Stoßbelastungen von Kläranlage − Verdünnung des Schmutzwassers reduziert die Reinigungsleistung der Kläranlage Bauwerksschäden − Schäden an den Abwasserleitungen können Gebäude gefährden. Dies betrifft Vernässungen und schlimmstenfalls Ausspülungen. nennen beschreiben		 3 3	
2.4	berechnen $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot t = 4{,}18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 18 \frac{\text{L}}{\text{s}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 6\text{K} \cdot 86400\text{s} = 39004416\text{kJ}$	2	2	
2.5	gegenüberstellen Mögliche Lösung **Vorteile:** − im Abwasser sind hohe Temperaturen vorzufinden (Waschmaschine, Spülmaschine usw.) − relativ einfaches technisches Prinzip (Wärmetauscher) − vorhandene (regenerative) Energiequelle kann genutzt werden − großes Potenzial (Wirkungsgrad, Vorrätigkeit) **Nachteile:** − kein kontinuierlicher Zufluss zum Wärmetauscher − großtechnisch nicht realisierbar bzw. nicht wirtschaftlich − lange Leitungswege zu möglichen Endverbrauchern und dadurch große Verluste − Hygiene (Undichtigkeiten vermeiden)			8

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.6	nennen, beschreiben Rohschlamm − Schlamm aus Abwasser. Durch Sedimentation und Flotation abgetrennt. Primärschlamm − Schlamm aus mechanischer (erster) Reinigungsstufe. Vorklärschlamm − Schlamm aus Vorklärbecken. Sekundärschlamm − Schlamm aus biologischer (zweiter) Reinigungsstufe. Tertiärschlamm − Schlamm aus chemischer (dritter) Reinigungsstufe. nennen beschreiben	2	2	
2.7	gegenüberstellen (siehe Tabelle unten) Thomas Dietrich: Fachwissen Umwelttechnik, Haan-Gruiten 6. Aufl. 2011, S.347.			9
2.8	berechnen $t = \frac{V}{\dot{V}}$ $t = \frac{510\,\text{m}^3}{15\,\frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 34\,\text{h}$	2	1	
	Summe 48	**9**	**19**	**20**

Tabelle zu 2.7:

Merkmal	**Belebtschlammverfahren**	**Tropfkörperverfahren**
Historische Herkunft	Weiterentwicklung der Abwasserteiche	Weiterentwicklung der Landberieselung
Vorbild in der Natur	natürliche Gewässer-reinigung durch suspendierte Bakterien	natürlicher Abbau im Boden und an der Wasseroberfläche, die mit Bakterien besiedelt sind
Durchströmung	horizontal	vertikal
Belüftung	offene Bauweise, technisch Lüftung	künstlich
Flächenbedarf	große Fläche nötig	Kleine Grundfläche, weil Bau in die Höhe möglich ist
Stationierung der Bakterien	beweglich schwebend und gleichmäßig im Wasser verteilt	im biologischen Rasen an der Oberfläche der Füllkörper
Schlammanfall	viel Schlamm durch lebende und tote Bakterien	nur wenig Schlamm durch tote Bakterien
Schlammaustrag	kontinuierlich aus Nachklärbecken	kontinuierlich
Rücklaufschlamm	nötig, um Bakterienmasse aufrechtzuerhalten	nicht notwendig

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Umwelttechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	18	25	9	**52**
2	9	19	20	**48**
Summe	**27**	**44**	**29**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.